

Gehölze in Kenia: α - und β -Diversität von Arten und höheren Taxa

- Andreas Prinzing, Stefan Klotz & Roland Brandl, Halle/Saale -

Abstract

Several authors have demonstrated that the α -diversity of genera or families may be a suitable indicator for the α -diversity of species. Analysing the woody plant flora of Kenya we could confirm this relationship between regional species richness and richness of genera, families and even orders ($R^2 \geq 94 \%$). However, the β -diversity of families or orders only explained 35 and 24 % of the variance of the β -diversity of species. Probably, β -diversity of species was strongly influenced by species from only a few families and orders. This strongly limits the value of family or order diversity as a basis for biogeographic studies or for the selection of areas for nature protection.

1. Einleitung

Für einen wirkungsvollen Schutz der Artenvielfalt muss deren räumliche Verteilung bekannt sein (KERR 1996, FERRIER et al. 2000, MYERS et al. 2000): Welche Gebiete sind besonders artenreich (α -Diversität)? Welche Gebiete weisen komplementäre Arteninventare auf (β -Diversität)? Gerade in den Tropen ist es jedoch oft zu aufwendig, das Artenspektrum mit der nötigen räumlichen Auflösung zu erfassen: Zum einen gibt es viele seltene Arten, die nur durch umfangreiche Feldarbeit erfasst werden können. Zum anderen ist ein Großteil der Arten entweder nicht oder aber mehrfach beschrieben (PRANCE 1994, GASTON 1996), so dass taxonomische Probleme die Erfassung erschweren, von der Verfügbarkeit entsprechender Bestimmungsschlüssel ganz zu schweigen.

Mehrere Autoren haben aber gezeigt, dass man die Vielfalt an Arten auch aus der Vielfalt an höheren Taxa erschließen kann (GASTON & WILLIAMS 1993, PRANCE 1994, BALMFORD et al. 1996). So fand sich ein sehr enger Zusammenhang zwischen der α -Diversität der Arten und der Gattungen ($R^2 = 74 - 99 \%$; ANDERSEN 1995, GASTON & BLACKBURN 1995, BALMFORD et al. 1996, BALMFORD et al. 2000). Für Familien ergab sich ebenfalls noch ein deutlicher Zusammenhang ($R^2 = 66 - 94 \%$; WILLIAMS et al. 1994, WILLIAMS & GASTON 1994, GASTON & BLACKBURN 1995, BALMFORD et al. 1996, BALMFORD et al. 2000). Der Zusammenhang zwischen α -Diversität der Arten und der Ordnungen wurde bisher nur zweimal publiziert (BALMFORD et al. 1996, BALMFORD et al. 2000), wobei sich lediglich ein schwacher Zusammenhang ergab ($R^2 = 44 - 79 \%$). Bisher kaum untersucht ist jedoch die Frage, ob sich auch die β -Diversität der Arten aus der β -Diversität höherer Taxa abschätzen läßt. Lediglich die Untersuchung von BALMFORD et al. (2000) gibt einen ersten Hinweis: Gebiete mit komplementärem Gattungsinventar haben auch ein komplementäres Arteninventar.

Kenia ist ein tropisches Land mit zumindest für einige Gruppen ungewöhnlich gut untersuchter Flora und Fauna (z. B. die Gehölzflora von BEENTJE 1994). Wir nutzten Daten der Rasterfrequenz der Gehölze von Kenia, um zwei Fragen zu beantworten: (i) Wie eng ist der Zusammenhang zwischen der α -Diversität der Arten und der α -Diversität der höheren Taxa

(Gattungen, Familien oder Ordnungen)? (ii) Wie eng ist der Zusammenhang zwischen der β -Diversität der Arten und der β -Diversität der höheren Taxa?

2. Methodik

Als Datengrundlage nutzten wir die Arbeit von BEENTJE (1994). In diesem Atlas ist die Verbreitung von Gehölzen (Bäume, Sträucher und Lianen) in Kenia auf der Basis von 227 Rasterquadranten à 56 x 56 km dokumentiert (BEENTJE 1994). Wir definierten α -Diversität als die Anzahl an Taxa in einem Rasterquadranten. Die Taxonomie der Gattungen und Familien entnahmen wir BEENTJE (1994), für Ordnungen nutzen wir drei verschiedene Taxonomien (CRONQUIST 1988, THORNE 1992 und ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP 1998). Die absoluten Werte der α -Diversität ändern sich natürlich mit der taxonomischen Ebene. Um proportionale Unterschiede der α -Diversität auf einer taxonomischen Ebene mit denen auf einer anderen Ebene vergleichen zu können, musste daher die α -Diversität $\ln$ -transformiert werden (SOKAL & ROHLF 1981). Wir quantifizierten die β -Diversität zwischen je zwei Rasterquadranten mit Hilfe des negativen Jaccard Index (GOTELLI & GRAVES 1996). Dieser Index steigt jedoch auch mit zunehmender α -Diversität der verglichenen Quadranten (GOTELLI & GRAVES 1996). Daher nutzten wir zusätzlich den Connor-Simberloff-Index, der nicht von der α -Diversität abhängt (CONNOR & SIMBERLOFF 1978, GOTELLI & GRAVES 1996). Der Connor-Simberloff-Index standardisiert die beobachtete Zahl gemeinsamer Taxa zweier Quadranten mit dem per Zufall zu erwartenden Wert sowie dessen Varianz. Dadurch ergibt sich ein Index, der standardnormalverteilt ist.

Da die Datenpunkte nicht voneinander unabhängig sind, verzichteten wir auf Signifikanztests. Wir berechneten, wieviel Prozent der Varianz auf Ebene der Arten durch die Varianz auf Ebene der höheren Taxa erklärt werden kann. Wir betrachten die Diversität höherer Taxa als sehr guten Indikator für die Diversität der Arten, wenn die erklärte Varianz über 90 % liegt.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Taxonomische Muster

Mit der Höhe der taxonomischen Ebene nahm die Rasterfrequenz der einzelnen Taxa zu (Abb. 1a). Die meisten Arten sind in Kenia nur punktuell, die meisten Ordnungen hingegen flächig verbreitet. Mit der Höhe der taxonomischen Ebene nahm auch der Anteil an Rasterquadranten mit hoher α -Diversität zu (Abb. 1b). So lag in lediglich 69 Quadranten der Artenreichtum bei über 5 % des gesamten Artenreichtums in Kenia. Hingegen lag in 188 Quadranten der Ordnungsreichtum bei über 5 % des gesamten Ordnungsreichtums in Kenia.

3.2. Geographische Muster der α -Diversität

Auf Artebene fand sich die höchste α -Diversität im südlichen Abschnitt der Küste und in montanen Regionen zwischen ca. 1500 und 2000m üNN (Abb. 2a). Niedrige α -Diversität fand sich hingegen im Nordosten und Süden des Landes. Dieses Muster deckt sich mit den naturräumlichen Gegebenheiten (DELSOL 1995). In jedem der 15 artenreichsten Rasterquadranten finden sich immergrüne Wälder, während in den 15 artenärmsten Rasterquadranten höchstens einzelne Galeriewälder vorkommen, vorwiegend jedoch nur offene Steppe oder Wüsten (DELSOL 1995).

Die α -Diversität der Arten hing sehr eng mit der α -Diversität der Gattungen, Familien und sogar Ordnungen zusammen ($R^2 \geq 94$ %; Abb. 2b). Dabei war es unwichtig, welche Ordnungstaxonomie verwendet wurde. Der enge Zusammenhang zwischen Art- und Ordnungse-

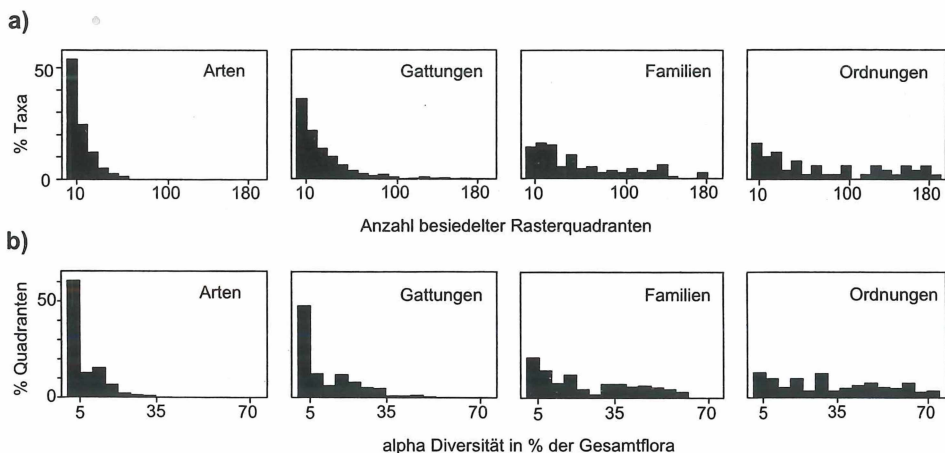


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung auf unterschiedlichen taxonomischen Ebenen. Ordnungstaxonomie nach CRONQUIST (1988). (a) Häufigkeitsverteilung der Rasterfrequenz innerhalb von Kenia. (b) Häufigkeitsverteilung der α -Diversität. Zur besseren Vergleichbarkeit geben wir die α -Diversität relativ zur Gesamtzahl an Taxa in Kenia an.

bene war überraschend, denn zum einen ist die α -Diversität der Arten viel ungleichmäßiger über Kenia verteilt als die der Ordnungen (Abb. 1). Zum anderen fanden andere Autoren einen wesentlich schwächeren Zusammenhang. Das mag auch mit dem untersuchten Taxon zusammenhängen. So untersuchten BALMFORD et al. (2000) Großpilze, also ein Taxon, bei dem die Ordnungstaxonomie noch wenig zuverlässig ist (BALMFORD et al. 2000). Wir hingegen untersuchten Gehölze, also ein Taxon bei dem die Ordnungstaxonomie besser bearbeitet ist. Außerdem kann bei Gehölzen die α -Diversität der Arten und der höheren Taxa von ein und demselben ökologischen Faktor abhängen. So zeigen O'BRIEN et al. (1998) für die Gehölzdiversität in Südafrika, dass Strahlungsenergie und Niederschlag gleichermaßen die α -Diversität der Arten, Gattungen und Familien steuern. Außerdem zeigten Untersuchungen an der Flora Mitteleuropas, dass bei Angiospermen nicht nur Arten, sondern auch höhere Taxa deutlich

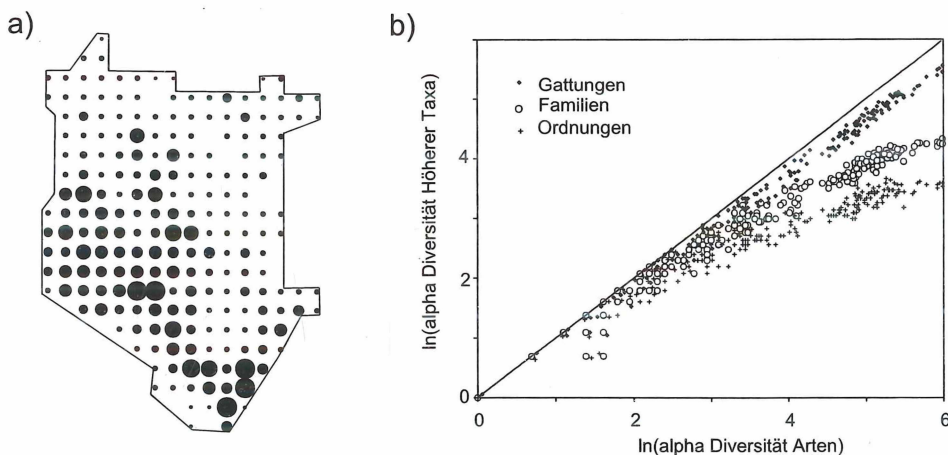


Abb. 2: (a) Geographische Verteilung des Artenreichtums in Kenia. Die Punktfläche ist proportional zur Artenzahl. (b) Zusammenhang zwischen α -Diversität der Arten und der höheren Taxa. $R^2 = 97\%$ für Gattungen und Familien und 94% für Ordnungen (nach CRONQUIST 1988).

entlang der Nischenachsen Temperatur und Bodenfeuchte differenziert sind (PRINZING et al. unpubl.) Die starke Differenzierung von Temperatur und insbesondere Bodenfeuchte in Kenia (BADER 1979) könnte somit sowohl die α -Diversität der Arten als auch die der höheren Taxa bestimmen.

3.3. Geographische Muster der β -Diversität

Betrachtet man den negativen Jaccard-Index, ergibt sich ein guter bis mäßiger Zusammenhang zwischen der β -Diversität der Arten und der β -Diversität der Gattungen, Familien und Ordnungen ($R^2 = 81, 60$ bzw. 48%). Die Auswertung mittels Connor-Simberloff-Index ergibt dagegen nur einen mäßigen Zusammenhang zwischen der β -Diversität der Arten und der der Gattungen ($R^2 = 62\%$) und nur einen schwachen Zusammenhang zwischen der β -Diversität der Arten und der der Familien oder Ordnungen ($R^2 = 35$ bzw. 24% ; Abb. 3). Eine mögliche Ursache liegt darin, dass die vielen punktuell verbreiteten Arten vorwiegend aus einigen wenigen Familien und Ordnungen stammen (BEENTJE 1994). So kann es zwischen zwei Quadranten einen deutlichen Wechsel im Arteninventar von Euphorbiaceen geben, ohne eine Veränderung im Familien- oder Ordnungsinventar. Die β -Diversität der Arten wäre also hoch, die der Familien und Ordnungen jedoch gleich null.

Unsere Ergebnisse könnten durch Lücken in der Erfassung der Gehölzarten Kenias verzerrt sein, doch werden die Vergleiche zwischen Art- und Ordnungsebene durch Vergleiche zwischen Familien- und Ordnungsebene bestätigt (auch hier ist die Ähnlichkeit der α -Diversität deutlich größer als die Ähnlichkeit der β -Diversität).

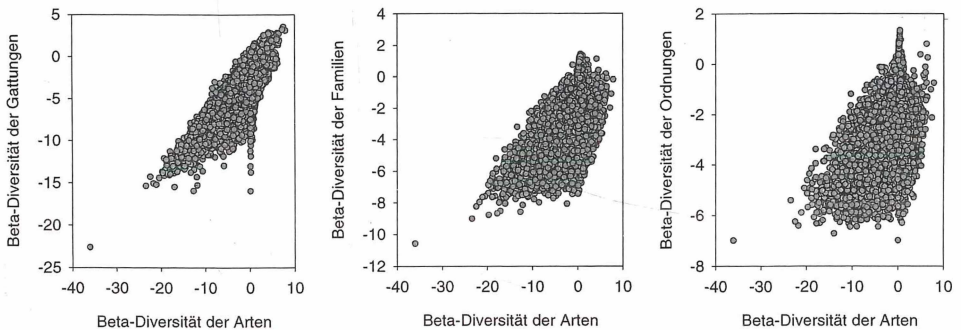


Abb. 3: Vergleich zwischen der β -Diversität auf Artebene (x-Achse) und auf Gattungs-, Familien- und Ordnungsebene (y-Achsen). $R^2 = 62\%$ für Gattungen, 35% für Familien und 24% für Ordnungen. β -Diversität = negativer Connor-Simberloff-Index.

4. Schlussfolgerung

Insgesamt zeigt sich, dass in der Gehölzflora Kenias die α -Diversität der Familien oder Ordnungen ein sehr guter Indikator für die α -Diversität der Arten ist. Andererseits ist die β -Diversität der Familien oder Ordnungen kein geeigneter Indikator für die β -Diversität der Arten. Gerade die hohe β -Diversität der Arten ist jedoch für den enormen Artenreichtum der Gehölzflora von ganz Kenia verantwortlich. In einem Land mit solch hoher β -Diversität kann der „höhere-Taxa-Ansatz“ nur sehr begrenzt die Informationen liefern, die nötig sind, um auf nationaler Skala Schutzgebiete mit möglichst komplementärer Flora auszuwählen.

5. Zusammenfassung

Verschiedene Auswertungen haben gezeigt, dass die α -Diversität von Gattungen oder Familien ein guter Indikator für die α -Diversität der Arten sein kann. Für die Gehölzflora Kenias konnten wir diesen Zusammenhang zwischen dem regionalem Artenreichtum und dem Reichtum an Gattungen, Familien und sogar Ordnungen bestätigen ($R^2 \geq 0.94$). Die β -Diversität von Familien oder Ordnungen hingegen erklärt nur 35 bzw. 24 % der Varianz der β -Diversität der Arten. Wahrscheinlich wird die β -Diversität der Arten von Arten aus wenigen Familien oder Ordnungen geprägt. Die Diversität von Familien oder Ordnungen ist daher nur bedingt als Grundlage für biogeographische Untersuchungen oder für die nationale Schutzgebietsplanung geeignet.

6. Literatur

- ANDERSEN, A. N. (1995): Measuring more of biodiversity: genus richness as a surrogate for species richness in Australian ant faunas. - *Biol. Conserv.* **73**: 39-43.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP (Bremer, K. & 29 andere) (1998): An ordinal classification for the families of flowering plants. - *Ann. Miss. Bot. Gard.* **85**: 531-553.
- BADER, F. J. W. (1979): Vegetationsgeographie - Ostafrika (Kenya, Uganda, Tanzania). - Gebr. Borntraeger, Berlin.
- BALMFORD, A., GREEN, M. J. B. & MURRAY, M. G. (1996): Using higher-taxon richness as a surrogate for species richness: I. Regional tests. - *Proc. R. Soc. London B* **263**: 1267-1274.
- BALMFORD, A., LYON, A. J. E. & LANG, R. M. (2000): Testing the higher-taxon approach to conservation planning in a megadiverse group: the macrofungi. - *Biol. conserv.* **93**: 209-217.
- BEENTJE, H. J. (1994): Kenya trees, shrubs and lianas. - National museum of Kenya, 722 S. - Nairobi.
- CONNOR, E.F. & SIMBERLOFF, D. (1978): Species number and compositional similarity of the Galapagos Isles. - *Ecological Monographs* **48**: 219-248.
- CRONQUIST, A. (1988): The evolution and classification of Flowering Plants (Second Edition). - New York Botanical Garden. New York.
- DELSOL, J. P. (1995): A vegetation map of Kenya. - Institute de la carte internationale de la vegetation, Toulouse.
- FERRIER, S., PRESSEY, R. L. & BARRETT, T. W. (2000): A new predictor of the irreplaceability of areas for achieving a conservation goal, its application to real-world planning, and a research agenda for further refinement. - *Biol. Conserv.* **93**: 303-325.
- GASTON, K. J. & WILLIAMS, P. H. (1993): Mapping the world's species - the higher taxon approach. - *Biodiversity letters* **1**: 2-8.
- GASTON, K. J. & BLACKBURN, T. M. (1995): Mapping biodiversity using surrogates for species richness: macro-scales and New World birds. - *Proc. R. Soc. Lond. B* **262**: 335-341.
- GASTON, K. J. (1996) Species richness: measure and measurement. In: GASTON, K. J. (Hrsg): *Biodiversity - a biology of numbers and differences*. - Blackwell: 77-113. - Oxford.
- GOTELLI, N. J. & GRAVES, G. R. (1996): *Null models in ecology*. - Smithsonian Institution Press - Washington.
- KERR, J. T. (1997) Species richness, endemism, and the choice of area for conservation. - *Conserv. Biol.* **11**: 1094-1100.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A. B. & KENT, J. (2000): Biodiversity hotspots for conservation priorities. - *Nature* **403**: 853-858.
- O'BRIEN, E. M., WHITTAKER, R. J. & FIELD, R. (1998): Climate and woody plant diversity in southern Africa: relationships at species, genus and family levels. - *Ecography* **21**: 495-509.
- FRANCE, G. T. (1994): A comparison of the efficacy of higher taxa and species numbers in the assessment of biodiversity in the neotropics. - *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* **345**: 89-99.

SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. (1981): Biometry. - W. H. Freeman, New York.

THORNE, R. F. 1992 Classification and Geography of Flowering Plants. - Bot. Rev. **58**: 225-348.

WILLIAMS, P. H. & GASTON, K. J. (1994): Measuring more of biodiversity: can higher-taxon richness predict wholesale species richness? - Biol. Conserv. **67**: 211-217.

WILLIAMS, P. H., HUMPHRIES, C. J. & GASTON, K. J. (1994) Centres of seed-plant diversity: the family way. - Proc. R. Soc. London **B 256**: 67-70.

Anschriften der Verfasser:

Dr. Andreas Prinzing, Dr. Stefan Klotz, Dr. Roland Brandl, Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, Sektion Biozönoseforschung, Theodor Lieser Str. 4, D-06120 Halle (Saale)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Prinzing Andreas, Klotz Stefan, Brandl Roland

Artikel/Article: [Gehölze in Kenia: \$\alpha\$ - und \$\beta\$ -Diversität von Arten und höheren Taxa 415-420](#)